

Wolf, André

Article

Auf dem Weg zum CO₂-Binnenmarkt: Vorrang für Negativemissionen

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Wolf, André (2024) : Auf dem Weg zum CO₂-Binnenmarkt: Vorrang für
Negativemissionen, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Sciendo, Warsaw, Vol. 104, Iss. 5, pp.
310-313,
<https://doi.org/10.2478/wd-2024-0085>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/297752>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

André Wolf

Auf dem Weg zum CO₂-Binnenmarkt: Vorrang für Negativemissionen

Das ehrgeizige Ziel der EU, bis 2050 klimaneutral zu werden (EU, 2021), erfordert die Nutzung aller verfügbaren Technologien, die zur Verbesserung der Treibhausgasbilanz beitragen. Investitionen in die Dekarbonisierung von Stromerzeugung, Industrie, Gebäuden und Mobilität werden auch zukünftig im Zentrum stehen. Sie werden die Emissionen aber nie in die Nähe von null drücken können. Auch bei Ausschöpfung aller realistischen Technologieoptionen wird die EU im Jahr 2050 in Bruttogrößen voraussichtlich noch mehrere 100 Mio. Tonnen an Treibhausgasen emittieren (EU-Kommission, 2024a). Um diese zu kompensieren, sind massive Investitionen in CO₂-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage – CCS) unverzichtbar.

Mit ihrer im Februar 2024 veröffentlichten Industrial Carbon Management Strategy hat die Europäische Kommission erstmals konkrete Mengenziele für die zukünftige CO₂-Abscheidung in der EU definiert und die Anforderungen an einen zukünftigen regulatorischen Rahmen für den Infrastrukturaufbau benannt (EU-Kommission, 2024b). Bis zum Jahr 2030 sollen Kapazitäten für die Speicherung von mindestens 50 Mio. Tonnen CO₂ geschaffen werden. Das zu speichernde CO₂ soll zunächst vorrangig aus industriellen Prozessemissionen abgeschieden werden, deren Vermeidung zu kostenintensiv wäre.

Keine echte Klimaneutralität ohne Negativemissionstechnologien

Methoden der CO₂-Speicherung spielen in den Projekti-onsergebnissen anerkannter Klimamodelle eine wichtige Rolle, insbesondere im Bereich langfristiger Mitigationsstrategien. Simulationen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der Vereinten Nationen sehen umfangreiche Speicherkapazitäten für die Zeit nach 2030 als Voraussetzung für eine realistische Chance, das 1,5-Grad-

© Der/die Autor:in 2024. Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Open Access wird durch die ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft gefördert.

Ziel zu erreichen (IPCC, 2018). Der größte Teil des gespeicherten CO₂ wird aus der Anwendung von Negativemissionstechnologien (NETs) stammen müssen. Dieser Begriff umfasst Ansätze zur Entfernung von Treibhausgasen aus der Atmosphäre. Dazu gehören sowohl etablierte Techniken des Carbon Farming als auch neu erforschte Technologien wie die Ozeandüngung, die Herstellung von Bio-kohle oder die Beeinflussung von Verwitterungsprozessen (Enhanced Weathering). Als besonders vielversprechend werden die Technologien des Direct Air Capture (DAC) und die Nutzung von Bioenergie mit anschließender CO₂-Abscheidung (BECC) bewertet (McLaren, 2012). Davon zu unterscheiden sind Verfahren, die Emissionen aus der Verbrennung fossiler oder mineralischer Ressourcen absorbieren. Diese sind im günstigsten Fall klimaneutral.

Tatsächlich setzen alle Modellszenarien im IPCC-Sonderbericht 2018 zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5°C auf die direkte oder indirekte Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre (IPCC, 2018). In einer umfassenden Metaanalyse von Strategien zur Eindämmung des Klimawandels hat das IPCC allein für das weniger ehrgeizige 2-Grad-Ziel einen mittleren Bedarf an kumulierten Kohlenstoffentnahmen von Hunderten von Gigatonnen CO₂ im Zeitraum 2020 bis 2100 über die verschiedenen Modellierungsszenarien hinweg ermittelt (IPCC, 2022). BECC kommt dabei in vielen Klimamodellen eine Schlüsselrolle zu (vgl. Abbildung 1).

Gleichzeitig wird die Frage der Nachhaltigkeit sehr kontrovers diskutiert. Im Falle von BECC ist ein kritischer Punkt die Herkunft der Biomasse. Werden Energiepflanzen speziell für diesen Zweck angebaut (z. B. Raps, Mais), können die bei Anbau und Ernte entstehenden CO₂-Emissionen die Treibhausgasbilanz des Gesamtprozesses deutlich verschlechtern. Weitere negative Auswirkungen können sich aus direkten und indirekten Formen der Landnutzungsänderung durch den Anbau ergeben (z. B. Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion, Verlust an Biodiversität) (Hanssen et al., 2020). Im Gegensatz dazu benötigt die künstliche Form der Kohlenstoffentfernung mit DAC weniger Land und Wasser und hat daher eine deutlich geringere direkte Auswirkungen auf lokale Ökosysteme (Realmonte et al., 2019).

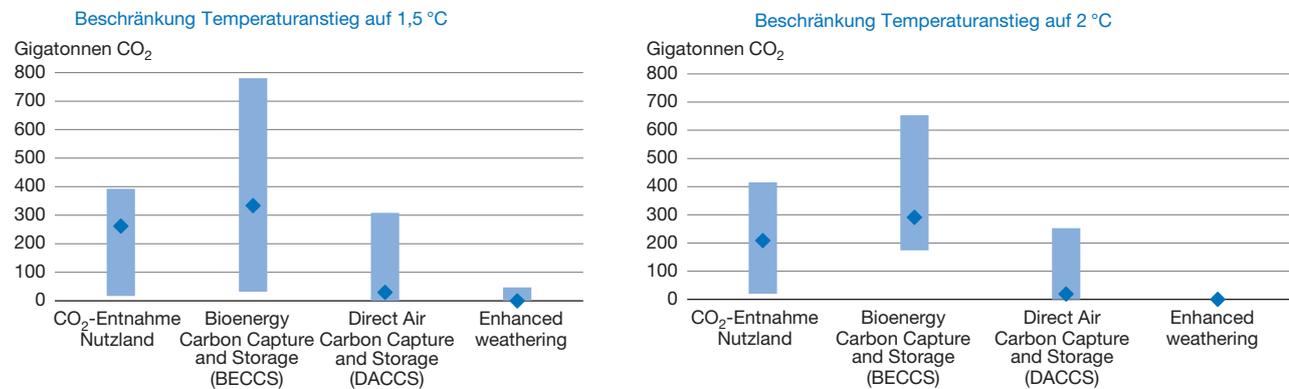
Wenig Ehrgeiz bei Investitionen

Die kommerzielle Anwendung steckt jedoch derzeit weltweit noch in den Kinderschuhen. Gemäß der Projektda-

Dr. André Wolf ist Fachbereichsleiter am Centrum für Europäische Politik (cep) in Berlin.

Abbildung 1

Bandbreite an kumulierten Kohlenstoffentnahmen, 2020 bis 2100 im Vergleich der IPCC-Szenarien



Oberes Ende: 95 %-Konfidenzintervall. Unteres Ende: 5 %-Konfidenzintervall. Raute: Medianniveau.

Quelle: IPCC (2022); eigene Darstellung.

tenbank der IEA ist für die Zeit bis 2030 global die Inbetriebnahme von DAC-Anlagen mit einer Gesamtkapazität von etwa 13,4 Mio. Tonnen in Planung (IEA, 2023). Der geografische Schwerpunkt liegt dabei eindeutig auf den USA (vgl. Abbildung 2). Innerhalb Europas sind demnach lediglich im Vereinigten Königreich und Norwegen signifikante Kapazitäten in Planung. Projekte in der EU beschränken sich bislang auf Demonstrationsanlagen. Für BECC schätzt die IEA eine derzeitige weltweite Kapazität von 2 Mio. Tonnen CO₂. Die derzeitigen Projektpläne würden bis 2030 eine Kapazität von etwa 50 Mio. Tonnen CO₂ bedeuten, was ebenfalls deutlich unter dem Bedarf von 190 Mio. Tonnen liegt, von dem die IEA in ihrem Klimaneutralitätsszenario ausgeht (IEA, 2021).

Erlösunsicherheit als zentrales Hemmnis

Ein entscheidender Parameter für Investitionsentscheidungen sind die Erlöse, die sich aus der weiteren Nutzung des abgeschiedenen CO₂ ergeben. Diese können aus der Nutzung als industrieller Rohstoff oder aus der Zertifizierung der Langzeitspeicherung und dem Verkauf solcher Zertifikate (CO₂-Speicherzertifikate als Nachhaltigkeitssignal) resultieren. Die Märkte befinden sich derzeit noch in der Entwicklungsphase (Dawes et al., 2023). Ihr zukünftiges Wachstum ist durch Unsicherheit über die Kapazitätsentwicklung der Verwertungsketten geprägt, sowohl im Hinblick auf den CO₂-Transport (Geografie und Kosten einer Pipeline-Infrastruktur) als auch bei der Endnutzung (Verfügbarkeit und Kosten der geologischen Speicherung, Entwicklung von CO₂-Rohstoffmärkten) (Smith et al., 2021).

Umgekehrt betrifft dies im Hinblick auf die zu erwartende Menge an abgeschiedenem CO₂ auch die künftigen Be-

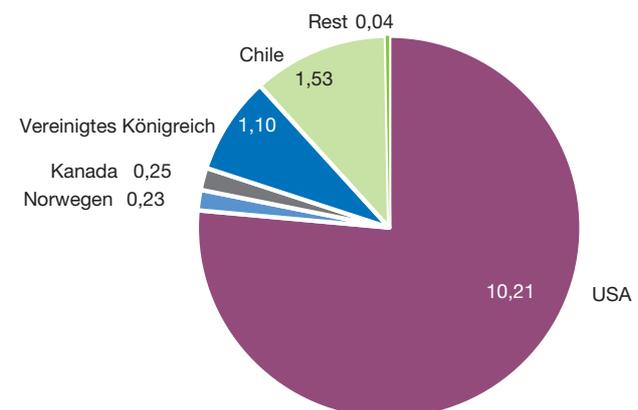
treiber von Transportnetzen und Speichereinrichtungen. Da die Entstehung liquider Märkte für abgeschiedenes CO₂ eine entsprechende Infrastruktur voraussetzt, kann dieses Koordinationsproblem nicht über Knappheitspreise gelöst werden. Es hat damit den Charakter einer Koordinationsexternalität (Aiginger und Rodrik, 2020), vergleichbar mit den Herausforderungen beim Aufbau europäischer Lieferketten für grünen Wasserstoff.

Schließlich stellen auch kostensenkende Lerneffekte, die sich mit zunehmender Betriebsdauer von NET-Anlagen ergeben, eine im Zeitverlauf immer bedeutsamer werdende

Abbildung 2

Bis zum Jahr 2030 geplante neue DAC-Kapazitäten nach Ländern

in Mio. Tonnen



Quelle: IEA (2023); eigene Darstellung.

Externalität dar. In der Literatur wird etwa bei DAC-Technologien üblicherweise ein Wert von 10 % bis 15 % für die Lernrate angenommen (Fasihi et al., 2019). Das bedeutet, eine Verdopplung der Kapazitäten senkt die Stückkosten mittelfristig etwa um diese Prozentsätze. In Anbetracht des niedrigen Ausgangsniveaus der Kapazitäten ergibt sich so für NETs die Aussicht auf besonders dynamische Kostenpfade, die in der gegenwärtigen Kostenwettbewerb mit Alternativtechnologien nicht sichtbar werden.

Die Externalität besteht hier darin, dass Investoren in einzelne Anlagen nicht die positiven Wissenseffekte aus ihrem Erfahrungsgewinn für den Markt als Ganzes berücksichtigen, sofern sie sich nicht in privaten Einkommensströmen (z. B. Patenteinnahmen aus verstärkter Innovationsstätigkeit) manifestieren. Angesichts der Langfristigkeit von Investitionsentscheidungen kann diese Marktvollkommenheit einen großen Einfluss auf die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Technologien haben.

Die Entwicklung einer CO₂-Infrastruktur wird durch ungünstige geografische Bedingungen in Europa erschwert. Geeignete geologische Senken befinden sich im Durchschnitt relativ weit entfernt von den derzeit wichtigsten industriellen Emissionsquellen. Umso wichtiger ist der rasche Aufbau eines Netzes für den Ferntransport von abgedehntem CO₂. Große CO₂-Mengen werden derzeit sowohl onshore als auch offshore fast ausschließlich über Pipelines transportiert, die technisch ausgereiftesten Form des Transports. Der größte Teil des weltweiten CO₂-Pipelinennetzes befindet sich in den USA. In Europa unterhalten die Niederlande und Norwegen bereits Pipelinennetze. Pipelines werden wahrscheinlich auch in Zukunft – unterstützt durch Schiffe für die letzte Meile zu den Offshore-Speichern – den Transport über große Entfernungen dominieren, da sie erhebliche Größenvorteile bieten (Kearns et al., 2021).

Förderpolitik auf Negativemissionstechnologien fokussieren

Zusätzlich zu den bestehenden EU-Finanzierungsmöglichkeiten für CCS-Projekte im Allgemeinen (z. B. Innovationsfonds, Fazilität „Connecting Europe“) ist daher ein gezieltes Finanzierungsinstrument für den Aufbau von Kapazitäten bei Negativemissionstechnologien dringend erforderlich. Die (zeitlich begrenzte) Garantie eines über dem gegenwärtigen Preisniveau im Emissionshandel liegenden CO₂-Preises kann einen wichtigen Impuls für den Kapazitätsaufbau und die Realisierung von Kostensenkungspotenzialen bei „infant technologies“ wie DAC leisten. Um das Prinzip der Reziprozität zu wahren, sollte sie in Form von zweiseitigen Klimaschutzverträgen gewährt werden. Projekte erhalten für jede (netto) der Atmosphäre

entnommene Tonne CO₂ Zahlungen in Höhe der Differenz zwischen einem vertraglich festgelegten CO₂-Preis und dem durchschnittlichen Preisniveau im Emissionshandel im jeweiligen Zeitraum. Auf diese Weise wird der anfängliche Kostennachteil von NET-Projekten im Wettbewerb auf den CO₂-Rohstoffmärkten oder beim Zugang zu CO₂-Speicherstätten kompensiert. Sobald sich eine ausreichende Anzahl von Anbietern am Markt etabliert hat, sollte die Vergabe von Klimaschutzverträgen und die Höhe der Vertragspreise Gegenstand europaweiter Auktionsverfahren sein, die unter dem Dach des Innovationsfonds durchgeführt werden.

Neben einer EU-weiten Projektfinanzierung erfordert die Entwicklung grenzüberschreitender Märkte für abgedehntes CO₂ auch gemeinsame Regeln für die Projekt- und Infrastrukturentwicklung. Zu diesem Zweck sollten die letzten Mitgliedstaaten ihre ablehnende Haltung gegenüber der geologischen CO₂-Speicherung aufgeben und den Bau von Speicherstätten in ihrem Hoheitsgebiet unter Einhaltung der Standards der CCS-Richtlinie 2009/31/EG (EU, 2009) zulassen. Zudem sollten sie der Beschleunigung der Genehmigungsverfahren für strategische CCS-Projekte, wie sie im Net Zero Industry Act (EU-Kommission, 2023) vorgesehen sind, Priorität einräumen, unter anderem durch die Bereitstellung ausreichender Verwaltungskapazitäten.

Darüber hinaus sind auf EU-Ebene zusätzliche Rechtsvorschriften erforderlich, um gemeinsame Regeln für die Entwicklung und den Betrieb einer künftigen CO₂-Pipeline-Infrastruktur zu schaffen, die in ihren Zielen der jüngsten Überarbeitung der Rechtsvorschriften für den Erdgasbinnenmarkt ähneln. Dazu gehören einheitliche Qualitätsstandards für den CO₂-Transport (Temperatur, Druck, Reinheitsgrad) und Regeln für die Form der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit bei der künftigen europaweiten Netzplanung sowie gemeinsame Grundsätze für die Erhebung von Netzentgelten beim Transport von CO₂ aus externen Quellen. Die Vision muss ein Transportnetzwerk sein, das die Distanzen zwischen großen Emissionsquellen und geeigneten Speicherstätten in Europa in möglichst kostenminimaler Weise überbrückt. Ein neues Important Project of Common European Interest (IPCEI) im Bereich von CO₂-Pipelines stellt ein geeignetes Vehikel dar, um diese Vision in die Realität umzusetzen.

Kooperationspotenziale nutzen

Zudem sollte die EU auch bei CCS den Blick über den Tellerrand richten. Die USA sind derzeit der wichtigste Akteur bei der weltweiten Einführung von CCS-Technologien und werden dies nach Maßgabe der gegenwärtigen Projektankündigungen auch in absehbarer Zukunft

bleiben. Insbesondere bei der Hochskalierung der vielversprechenden NET-Technologien DAC und BECC wird die nordamerikanische Region (neben den USA auch Kanada) aufgrund ihrer ehrgeizigen Förderpolitik und der guten Ausgangsbedingungen eine Schlüsselrolle spielen. Die bei der Umsetzung dieser Technologien gewonnenen Erfahrungen werden zunächst vor allem dem Innovationspotenzial von US-Unternehmen zugutekommen. Die EU sollte diesen Umstand nicht beklagen, sondern ihn durch die Förderung einer transatlantischen CCS-Forschungspartnerschaft für eigene Entwicklungsziele nutzen. Durch die Etablierung gemeinsamer Forschungs- und Entwicklungsprogramme, durch gemeinsame Qualifizierungs- und Ausbildungsinitiativen sowie durch die Zusammenarbeit bei der Standardisierung und Weiterentwicklung von CCS-Zertifizierungsmethoden können die EU-Mitglieder direkt am zukünftigen Wissensgewinn partizipieren. Europa kann dabei seine eigene bedeutende Expertise in den Bereichen Zertifizierung und Grundlagenforschung in die Waagschale werfen.

Literatur

- Aiginger, K. und D. Rodrik (2020), Rebirth of industrial policy and an agenda for the twenty-first century, *Journal of Industry, Competition and Trade*, 20, 189-207.
- Dawes, A., C. McGeady und J. Majkut (2023), Voluntary carbon markets: A review of global initiatives and evolving models, *CSIS Brief*, Center for Strategic & International Studies.
- EU (2009), Directive 2009/31/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide.
- EU (2021), Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC), 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law').
- EU-Kommission (2023), Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act), COM(2023) 161 final.
- EU-Kommission (2024a), Impact assessment report – securing our future: Europe's 2040 climate target and path to climate neutrality by 2050 building a sustainable, just and prosperous society, *Commission Staff Working Document*, SWD(2024) 63 final.
- EU-Kommission (2024b), Towards an ambitious industrial carbon management for the EU, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2024) 62 final.
- Fasihi, M., O. Efimova und C. Breyer (2019), Techno-economic assessment of CO₂ direct air capture plants, *Journal of Cleaner Production*, 224, 957-980.
- Hanssen, S. V., V. Daioglou, Z. J. Steinmann, J. C. Doelman, D. P. Van Vuuren und M. A. Huijbregts (2020), The climate change mitigation potential of bioenergy with carbon capture and storage, *Nature Climate Change*, 10(11), 1023-1029.
- IEA – International Energy Agency (2021), World energy outlook 2021.
- IEA – International Energy Agency (2023), CCUS projects database (16. November 2023).
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018), Global warming of 1.5°C – an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), Climate Change 2022 – mitigation of climate change, Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kearns, D., H. Liu und C. Consoli (2021), Technology readiness and costs of CCS, Global CCS Institute.
- McLaren, D. (2012), A comparative global assessment of potential negative emissions technologies, *Process Safety and Environmental Protection*, 90(6), 489-500.
- Realmonde, G., L. Drouet, A. Gambhir, J. Glynn, A. Hawkes, A. C. Köberle und M. Tavoni (2019), An inter-model assessment of the role of direct air capture in deep mitigation pathways, *Nature Communications*, 10(1), 3277-3289.
- Smith, E., J. Morris, H. Khesghi, G. Teletzke, H. Herzog und S. Paltsev (2021), The cost of CO₂ transport and storage in global integrated assessment modeling, *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 109, 103367-103378.

Title: *On the Way To an Internal Market for CO₂: Priority to Negative Emissions*

Abstract: *With its Industrial Carbon Management Strategy, the European Commission has defined an initial framework for the future promotion of CO₂ capture, storage and use in the EU. In particular, negative emission technologies like direct air capture promise to play a key long-term role on the path towards a climate-neutral Europe. However, timely capacity building requires an early technology uptake, which is currently impeded by various market obstacles, including learning externalities, coordination failure and the lack of a stable revenue perspective. Under these conditions, clear priorities and support measures are needed to create a genuine internal market for CO₂. A successful strategy should be based on three pillars: the promotion of negative emissions via carbon-contracts-for-difference, standards and coordination devices for the EU-wide development of a carbon infrastructure as well as the establishment of technology partnerships at the global level.*